

CLIPPEDIMAGE= JP411144894A

PAT-NO: JP411144894A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11144894 A

TITLE: PLASMA TREATMENT METHOD AND APPARATUS

PUBN-DATE: May 28, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

OKUMURA, TOMOHIRO

SUMITA, KENJI

MATSUDA, IZURU

COUNTRY

N/A

N/A

N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP10235276

APPL-DATE: August 21, 1998

INT-CL (IPC): H05H001/46;C23C014/54 ;C23C016/50 ;C23F004/00  
;H01L021/205  
;H01L021/3065 ;H01L021/31 ;H01Q009/27

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment method and apparatus capable of reliably providing matching state.

SOLUTION: While keeping a vacuum vessel 1 at a prescribed pressure, plasma is generated in the vacuum vessel 1 by supplying high frequency electric power to an antenna 6 mounted on a dielectric body 5 through a matching circuit 12 for an antenna to carry out plasma treatment of a substrate 8 set on an electrode 7 such as etching, deposition, surface improvement, etc. The matching circuit 12 is so constituted as to switch between the state that the impedance of a first

variable capacitor 10 is fixed and the state that the reflecting electric power of high frequency electric power is controlled to decrease by a feedback signal from a sensor 16 in the matching circuit 12 for an antenna at any time independent of the state that the impedance of a second variable capacitor 11 is fixed or the state that the feedback electric power of high frequency electric power is controlled to decrease by a feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for an antenna.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-144894

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月28日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

識別記号

F I

H 0 5 H 1/46

H 0 5 H 1/46

L

C 2 3 C 14/54

C 2 3 C 14/54

F

B

16/50

16/50

C 2 3 F 4/00

C 2 3 F 4/00

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-235276

(22) 出願日 平成10年(1998) 8月21日

(31) 優先権主張番号 特願平9-234353

(32) 優先日 平 9 (1997) 8月29日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 奥村 智洋

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 住田 賢二

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 松田 出

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

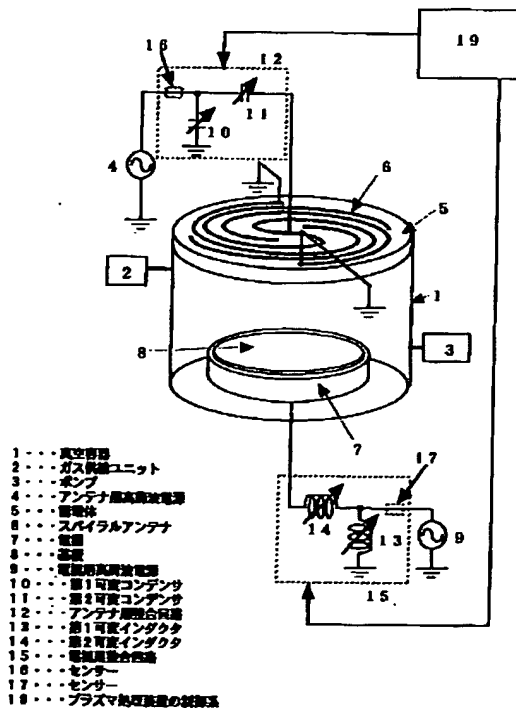
(74) 代理人 弁理士 岩橋 文雄 (外 2 名)

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 確実に整合状態を得ることができるプラズマ処理方法および装置を提供する。

【解決手段】 真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、第2可変コンデンサ11のインピーダンスが固定された状態と、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、固定した状態と、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができるように構成されているアンテナ用整合回路12を介して、高周波電力を誘電体5上に載置されたアンテナ6に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、電極7上に載置された基板8に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態で、高周波電力の供給を開始し、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項2】 真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、処理の途中で、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力のいずれかを変化させるプラズマ処理方法であって、制御パラメータを変化させるとほぼ同時に、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にし、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすることを特徴とするプラズマ処理方法。

【請求項3】 第1可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されていることを特徴とする、請求項1または2記載のプラズマ処理方法。

【請求項4】 第1可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されており、第2可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されていることを特徴とする、請求項1または2記載のプラズマ処理方法。

【請求項5】 真空容器内にガスを供給する手段と、真空容器内を排気する手段と、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路と、アンテナまたはコイルまたは電極と、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、第2可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第2可変素子のインピーダンスを、整

合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができるように構成されていることを特徴とするプラズマ処理装置。

10 【請求項6】 第1可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されていることを特徴とする、請求項5記載のプラズマ処理装置。

【請求項7】 第1可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されており、第2可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されていることを特徴とする、請求項5記載のプラズマ処理装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

20 【発明の属する技術分野】この発明は、半導体等の電子デバイスの製造に利用されるドライエッチング、スパッタリング、プラズマCVD等のプラズマ処理方法および装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体等の電子デバイスの製造に利用されるプラズマ処理装置の一例として、図3にスパイラルアンテナ式プラズマ処理装置の斜視図を示す。図3において、真空容器1内に、ガス供給ユニット2から所定のガスを導入しつつ、ポンプ3により排気を行い、真空容器1内を所定の圧力に保ちながら、アンテナ用高周波電源4により100MHzの高周波電力を誘電体5上に載置されたスパイラルアンテナ6に供給することにより、真空容器1内にプラズマが発生し、電極7上に載置された基板8に対してエッチング、堆積、表面改質等のプラズマ処理を行うことができる。また、電極7に500kHzの高周波電力を供給するための電極用高周波電源9が設けられており、基板8に到達するイオンエネルギーを制御することができるようになっている。インピーダンス整合をとるために、アンテナ用高周波電源4とスパイラルアンテナ6の間に、2つの可変コンデンサ10および11からなるアンテナ用整合回路12が設けられており、同様に、電極用高周波電源9と電極7の間に、2つの可変インダクタ13および14からなる電極用整合回路15が設けられている。アンテナ用整合回路12内の第1可変コンデンサ10は、その一端がアンテナ用整合回路12の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変コンデンサ11は、アンテナに直列接続されている。また、電極用整合回路15内の第1可変インダクタ13は、その一端が電極用整合回路15の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変インダクタ1

4は、電極に直列接続されている。

【0003】アンテナ用整合回路12と電極用整合回路15は、回路構成が異なっているが、同様の動作を行う。すなわち、高周波がスパイラルアンテナ6または電極7に印加されると、センサー16または17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御される。可変素子（コンデンサまたはインダクタ）のインピーダンスを固定した状態にすることも可能で、可変素子のインピーダンスを整合回路内のセンサー16または17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態との切り換えは、整合回路コントローラ18に設けたスイッチか、プラズマ処理装置の制御系19からの制御信号によって行うことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、図3に示した従来の方式では、確実に整合状態を得ることができない場合があるという問題点があった。このことを、以下で詳しく説明する。

【0005】説明を簡単にするため、アンテナ系のみを考えることとする。制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力が、それぞれ $C1_2$ 、 $100\text{ sccm}$ 、 $1.5\text{ Pa}$ 、 $1000\text{ W}$ のとき、プラズマが安定し、高周波の反射波電力が進行波電力のおよそ1%以下となった状態、すなわち、整合状態において、第1可変コンデンサ10の値が $40\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値が $30\text{ pF}$ であった。しかし、第1可変コンデンサ10の値が $40\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値を $30\text{ pF}$ に固定した状態で高周波電力を印加しても、プラズマは発生しない。これは、通常、プラズマが存在しない状態と整合状態とは、スパイラルアンテナ6のインピーダンスが異なるからである。第1可変コンデンサ10の値を $40\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値を $30\text{ pF}$ にした後、2つの可変コンデンサのインピーダンスをアンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えてから、高周波電力を印加すると、第1可変コンデンサ10の値が減少し、第2可変コンデンサ11の値が増加していき、第1可変コンデンサ10の値が $30\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値が $50\text{ pF}$ になった時点でプラズマが発生し、その後、第1可変コンデンサ10の値が増加し、第2可変コンデンサ11の値が減少していく。そして、第1可変コンデンサ10の値が $40\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値が $30\text{ pF}$ になったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができる。

【0006】しかし、常にこのような変化を経てうまく整合状態を得ることができるとは限らず、高周波電力を印加した直後から、2つの可変コンデンサ10および1

1の値がともに増加していき、プラズマが全く発生しない場合がある。これは、高周波電力を印加する前に、第1可変コンデンサ10の値を $30\text{ pF}$ 、第2可変コンデンサ11の値を $50\text{ pF}$ に精度よく設定することが困難であること、また、エッチング処理を繰り返す行うことによって、スパイラルアンテナ6のインピーダンスが徐々に変化していつてしまうこと等に起因していると考えられる。高周波電力のON・OFFを100回繰り返して行ったところ、96回はうまく整合状態を得ることができたが、4回はプラズマが全く発生しなかった。

【0007】また、一旦プラズマを発生して整合状態を得た後であっても、処理の途中で、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力のいずれかを変化させると、整合状態から逸脱し、プラズマが消えてしまう場合がある。これは、制御パラメータを変化させると、スパイラルアンテナ6のインピーダンスが急激に変化するため、アンテナ用整合回路12の動作がこの変化に追従できなくなるためである。

【0008】以上述べたような現象は、電極系でも見られることがあり、また、図4に示すような、コイル25に高周波電力を印加することによってプラズマを発生させるICP処理装置や、図5に示すような、電極7にのみ高周波電力を印加する平行平板型プラズマ処理装置においても見られることがある。ただし、図5に示すプラズマ処理装置では、電極用整合回路15は2つの可変コンデンサ13および14にて構成されているものを例示した。

【0009】本発明は、上記従来の問題点に鑑み、確実に整合状態を得ることができるプラズマ処理方法及び装置を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本願の第1発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態で、高周波電力の供給を開始し、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすることを特徴とする。

【0011】本願の第2発明のプラズマ処理方法は、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナま

たはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、処理の途中で、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力のいずれかを变化させるプラズマ処理方法であって、制御パラメータを变化させるとほぼ同時に、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にし、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすることを特徴とする。

【0012】本願の第1および第2発明のプラズマ処理方法は、第1可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されている場合にも有効なプラズマ処理方法であり、また、第1可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されてお

り、第2可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されている場合にも有効なプラズマ処理方法である。

【0013】本願の第3発明のプラズマ処理装置は、真空容器内にガスを供給する手段と、真空容器内を排気する手段と、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路と、アンテナまたはコイルまたは電極と、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、第2可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができるように構成されていることを特徴とする。

【0014】本願の第3発明のプラズマ処理装置は、第1可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されており、第2可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されている場合にも有効なプラズマ処理装置であり、また、第1可変素子がアンテナまたはコイルまたは電極に直列接続されており、第2可変素子の一端が整合回路の入力端に接続され、他端が接地されている場合にも有効なプラズマ処理装置である。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第1実施形態について、図1および図2を参照して説明する。

【0016】図1に本発明の第1実施形態において用いたプラズマ処理装置の斜視図を示す。本発明の第1実施形態において用いたプラズマ処理装置は、図3で説明した従来例のプラズマ処理装置とはほぼ同じ構成であり、第1可変コンデンサ10と第2可変コンデンサ11の状態を独立に制御でき、かつ、第1可変インダクタ13と第2可変インダクタ14の状態を独立に制御できるという点で異なっているだけであるから、ここでは説明は省略する。なお、「第1可変コンデンサ10と第2可変コンデンサ11の状態を独立に制御できる」とは、「第2可変コンデンサ11のインピーダンスを固定した状態と、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを固定した状態と、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができ、また、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを固定した状態と、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを固定した状態と、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができる」ことを意味する。また同様に、「第1可変インダクタ13と第2可変インダクタ14の状態を独立に制御できる」とは、「第2可変インダクタ14のインピーダンスを固定した状態と、第2可変インダクタ14のインピーダンスを、電極用整合回路15内のセンサー17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変インダクタ13のインピーダンスを固定した状態と、第1可変インダクタ13のインピーダンスを、電極用整合回路15内のセンサー17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができ、また、第1可変インダクタ13のインピーダンスを固定した状態と、第1可変インダクタ13のインピーダンスを、電極用整合回路15内のセンサー17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第2可変インダクタ14のインピーダンスを固定した状態と、第2可変インダクタ14のインピー

ダンスを、電極用整合回路15内のセンサー17からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができる」ことを意味する。なお、これらの切り換えは、プラズマ処理装置の制御系19からの制御信号によって行うことができるようになっている。

【0017】図2に本発明の第1実施形態において用いたアンテナ用整合回路12の詳細図を示す。センサー16からの信号が演算回路20内で処理され、フィードバック信号がモータ21および22に加えられる。モータ21が回転することによって、第1可変コンデンサ10の値を変化させることができ、同様に、モータ22が回転することによって、第2可変コンデンサ11の値を変化させることができる。プラズマ処理装置の制御系19からの制御信号によって、リレー23および24がON/OFFする。リレー23がONのときは、センサー16からのフィードバック信号によってモータ21が回転し、第1可変コンデンサ10の値が高周波電力の反射電力を減少させるように変化するが、リレー23がOFFのときは、モータ21に電源が供給されないから、モータ21は回転せず、第1可変コンデンサ10の値は固定される。同様に、リレー24がONのときは、センサー16からのフィードバック信号によってモータ22が回転し、第2可変コンデンサ11の値が高周波電力の反射電力を減少させるように変化するが、リレー24がOFFのときは、モータ22に電源が供給されないから、モータ22は回転せず、第2可変コンデンサ11の値は固定される。プラズマ処理装置の制御系19からは、リレー23および24のON/OFFを独立に制御できるから、第1可変コンデンサ10と第2可変コンデンサ11の状態を独立に制御できるわけである。

【0018】電極用整合回路15も、アンテナ用整合回路12と同様に、リレーを用いた回路構成となっており、第1可変インダクタ13と第2可変インダクタ14の状態を独立に制御できるようになっている。

【0019】300nm厚の多結晶シリコン膜付きの8インチ径シリコン基板8を電極7上に載置し、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力を、それぞれC1<sub>2</sub>、100sccm、1.5Paに設定し、第1可変コンデンサ10の値を30pF、第2可変コンデンサ11の値を50pFにした後、第2可変コンデンサ11の値を50pFに固定したまま、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えてから、スパイラルアンテナ6に1000Wの高周波電力を印加し、電極に15Wの高周波電力を印加すると、第1可変コンデンサ10の値がわずかに増減した後、約20Wの反射波電力が発生すると同時にプラズマが発生した。高周波の印加から2秒後に、第2可変コンデンサ

11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が増加し、第2可変コンデンサ11の値が減少していき、第1可変コンデンサ10の値が40pF、第2可変コンデンサ11の値が30pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。また、多結晶シリコン膜がエッチングされ、300nm/minのエッチング速度が得られた。

【0020】同様の条件で、高周波電力のON・OFFを500回繰り返して行ったところ、500回ともうまく整合状態を得ることができた。

【0021】また同様に、300nm厚の多結晶シリコン膜付きの8インチ径シリコン基板8を電極7上に載置し、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力を、それぞれC1<sub>2</sub>、100sccm、1.5Paに設定し、第1可変コンデンサ10の値を30pF、第2可変コンデンサ11の値を50pFにした後、第1可変コンデンサ10の値を30pFに固定したまま、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えてから、スパイラルアンテナ6に1000Wの高周波電力を印加し、電極に15Wの高周波電力を印加すると、第2可変コンデンサ11の値がわずかに増減した後、約30Wの反射波電力が発生すると同時にプラズマが発生した。高周波の印加から2秒後に、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が増加し、第2可変コンデンサ11の値が減少していき、第1可変コンデンサ10の値が40pF、第2可変コンデンサ11の値が30pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。また、多結晶シリコン膜がエッチングされ、300nm/minのエッチング速度が得られた。

【0022】同様の条件で、高周波電力のON・OFFを500回繰り返して行ったところ、500回ともうまく整合状態を得ることができた。

【0023】以上述べた本発明の第1実施形態では、説明を簡単にするためアンテナ系のみについて説明したが、電極系においても、第1可変インダクタ13と第2可変インダクタ14の状態を独立に制御できるという特性を利用して、アンテナ系と同様の操作により、確実に整合状態を得ることができる。電極系においては、とく

に、電極へ供給する高周波電力が50W以上と大きい場合に、顕著な効果が得られる。

【0024】次に、本発明の第2実施形態について、図1および図2を参照して説明する。本発明の第2実施形態において用いたプラズマ処理装置は、本発明の第1実施形態において用いたプラズマ処理装置と同様であり、かつ、図3で説明した従来例のプラズマ処理装置とほぼ同じ構成であるから、ここでは説明は省略する。

【0025】200nm厚の多結晶シリコン膜の上に200nm厚のタングステンシリサイド膜が付いた8インチ径シリコン基板8を電極7上に載置し、ガス種およびその流量、圧力を、 $Cl_2$ 、150sccm、1.5Paに設定し、第1可変コンデンサ10の値を30pF、第2可変コンデンサ11の値を50pFにした後、第2可変コンデンサ11の値を50pFに固定したまま、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えてから、スパイラルアンテナ6に1000Wの高周波電力を印加し、電極に15Wの高周波電力を印加すると、第1可変コンデンサ10の値がわずかに増減した後、約20Wの反射波電力が発生すると同時にプラズマが発生した。高周波の印加から2秒後に、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が増加し、第2可変コンデンサ11の値が減少していき、第1可変コンデンサ10の値が40pF、第2可変コンデンサ11の値が30pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。高周波電力の印加を開始してから約40秒後にタングステンシリサイド膜のエッチングが終了したが、プラズマを維持したまま、ガス種およびその流量を、HBr、200sccmに変化させて、引き続いて多結晶シリコン膜のエッチングを行った。制御パラメータであるガス種およびガス流量を変化させるのとほぼ同時に、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを固定(=40pF)し、かつ、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすると、制御パラメータを変化させた瞬間は約15Wの反射波電力が発生していたが、第2可変コンデンサ11のインピーダンスが35pFまで増加したところで反射波電力が約10Wまで低下した。そして、制御パラメータを変化させてから2秒後に、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって

高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が減少し、第2可変コンデンサ11の値が増加していき、第1可変コンデンサ10の値が30pF、第2可変コンデンサ11の値が40pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。

【0026】同様の条件で、エッチング処理を50回繰り返して行ったところ、50回ともうまく整合状態を得ることができた。

【0027】また同様に、200nm厚の多結晶シリコン膜の上に200nm厚のタングステンシリサイド膜が付いた8インチ径シリコン基板8を電極7上に載置し、ガス種およびその流量、圧力を、 $Cl_2$ 、150sccm、1.5Paに設定し、第1可変コンデンサ10の値を30pF、第2可変コンデンサ11の値を50pFにした後、第1可変コンデンサ10の値を30pFに固定したまま、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えてから、スパイラルアンテナ6に1000Wの高周波電力を印加し、電極に15Wの高周波電力を印加すると、第2可変コンデンサ11の値がわずかに増減した後、約30Wの反射波電力が発生すると同時にプラズマが発生した。高周波の印加から2秒後に、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が増加し、第2可変コンデンサ11の値が減少していき、第1可変コンデンサ10の値が40pF、第2可変コンデンサ11の値が30pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。高周波電力の印加を開始してから約40秒後にタングステンシリサイド膜のエッチングが終了したが、プラズマを維持したまま、ガス種およびその流量を、HBr、200sccmに変化させて、引き続いて多結晶シリコン膜のエッチングを行った。制御パラメータであるガス種およびガス流量を変化させるのとほぼ同時に、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを固定(=30pF)し、かつ、第1可変コンデンサ10のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にすると、制御パラメータを変化させた瞬間は約15Wの反射波電力が発生していたが、第1可変コンデンサ10のインピーダンスが35pFまで減少したところで反射波電力が約10Wまで低下し



た。そして、制御パラメータを変化させてから2秒後に、第2可変コンデンサ11のインピーダンスを、アンテナ用整合回路12内のセンサー16からのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態に切り換えると、第1可変コンデンサ10の値が減少し、第2可変コンデンサ11の値が増加していき、第1可変コンデンサ10の値が30pF、第2可変コンデンサ11の値が40pFになったところで2つの可変コンデンサ10および11のインピーダンスの変化がみられなくなり、整合状態を得ることができた。このとき、反射波電力は約1Wであった。

【0028】同様の条件で、エッチング処理を50回繰り返して行ったところ、50回ともうまく整合状態を得ることができた。

【0029】以上述べた本発明の第2実施形態では、説明を簡単にするためアンテナ系のみについて説明したが、電極系においても、第1可変インダクタ13と第2可変インダクタ14の状態を独立に制御できるという特性を利用して、アンテナ系と同様の操作により、確実に整合状態を得ることができる。電極系においては、とくに、電極へ供給する高周波電力が50W以上と大きい場合に、顕著な効果が得られる。

【0030】また、以上述べた本発明の第2実施形態では、処理の途中で、制御パラメータであるガス種、ガス流量を変化させるプラズマ処理方法について説明したが、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力のいずれかを变化させるプラズマ処理方法について、本発明を適用することができる。

【0031】以上述べた本発明の第1および第2実施形態では、スパイラルアンテナ式プラズマ処理装置において、アンテナまたは電極に高周波電力を供給する場合について説明したが、本発明は他のあらゆる形態のプラズマ処理装置に適用できる。例えば、従来例で説明したような、図4に示す、コイル25に高周波電力を印加することによってプラズマを発生させるICP処理装置や、図5に示す、電極7にのみ高周波電力を印加する平行平板型プラズマ処理装置においても、同様の操作により、確実に整合状態を得ることができる。

【0032】また、以上述べた本発明の第1および第2実施形態では、各整合回路において第1可変素子と第2可変素子が同種の素子（コンデンサまたはインダクタ）で構成されている場合について説明したが、第1可変素子と第2可変素子は別種の素子であってもよい。なお、可変素子としてコンデンサまたはインダクタのどちらを採用するかは、負荷であるアンテナ、コイル、または電極のインピーダンスに依存する。

【0033】また、以上述べた本発明の第1および第2実施形態では、多結晶シリコン膜のエッチングおよびタングステンシリサイド膜のエッチングについて説明したが、いうまでもなく、その他のエッチング、スパッタリ

ング、CVD等のプラズマ処理においても、本発明を適用することができる。

#### 【0034】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本願の第1発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態で、高周波電力の供給を開始し、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にするため、確実に整合状態を得ることができる。

【0035】また、本願の第2発明のプラズマ処理方法によれば、真空容器内にガスを供給しつつ真空容器内を排気し、真空容器内を所定の圧力に制御しながら、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路を介して、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することにより、真空容器内にプラズマを発生させ、真空容器内の電極に載置された基板を処理するプラズマ処理方法において、処理の途中で、制御パラメータであるガス種、ガス流量、圧力、高周波電力のいずれかを变化させるプラズマ処理方法であって、制御パラメータを变化させるとほぼ同時に、第1可変素子のインピーダンスを固定し、かつ、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にし、その後、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態にするため、確実に整合状態を得ることができる。

【0036】また、本願の第3発明のプラズマ処理装置によれば、真空容器内にガスを供給する手段と、真空容器内を排気する手段と、第1可変素子および第2可変素子を備えた整合回路と、アンテナまたはコイルまたは電極と、アンテナまたはコイルまたは電極に高周波電力を供給することのできる高周波電源とを備えたプラズマ処理装置であって、第2可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第2可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態のいずれの状態にあるかにかかわらず、第1可変素子のインピーダンスを固定した状態と、第1可変素子のインピーダンスを、整合回路内のセンサーからのフィードバック

13

14

ク信号によって高周波電力の反射電力を減少させるように制御された状態とを、任意の時点で切り換えることができるように構成されているため、確実に整合状態を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1および第2実施形態で用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図

【図2】本発明の第1および第2実施形態で用いたアンテナ用整合回路の構成を示す詳細図

【図3】従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図

【図4】従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図

【図5】従来例で用いたプラズマ処理装置の構成を示す斜視図

【符号の説明】

1・・・真空容器

2・・・ガス供給ユニット

3・・・ポンプ

4・・・アンテナ用高周波電源

5・・・誘電体

6・・・スパイラルアンテナ

7・・・電極

8・・・基板

9・・・電極用高周波電源

10・・・第1可変コンデンサ

11・・・第2可変コンデンサ

12・・・アンテナ用整合回路

13・・・第1可変インダクタ

14・・・第2可変インダクタ

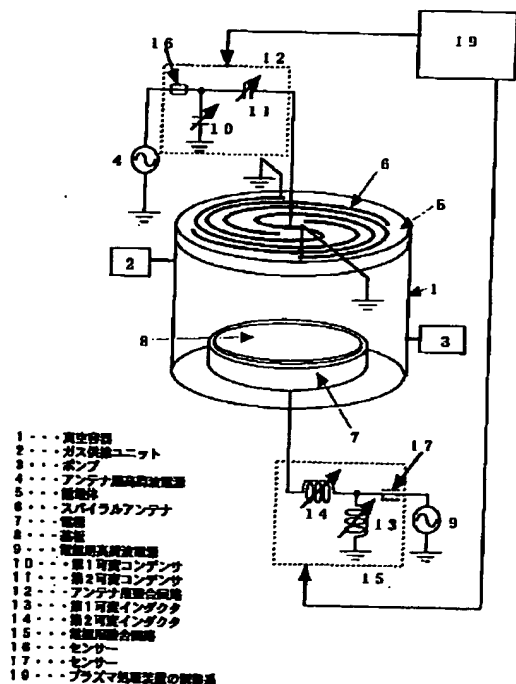
15・・・電極用整合回路

16・・・センサー

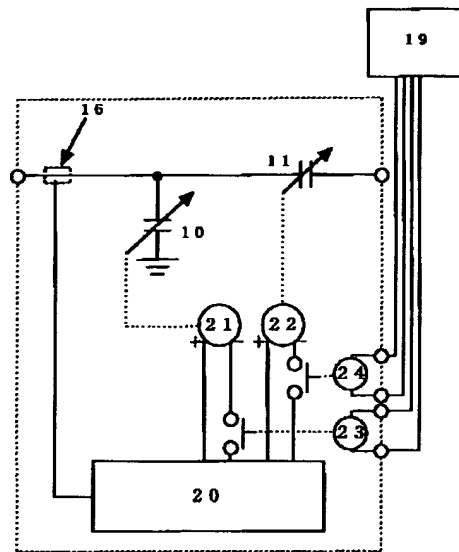
17・・・センサー

19・・・プラズマ処理装置の制御系

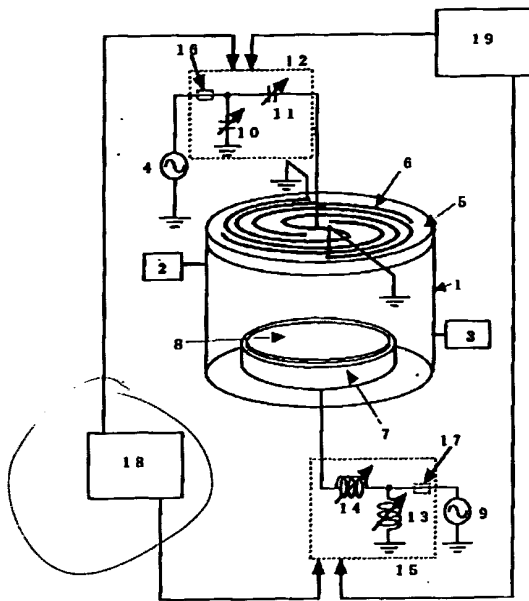
【図1】



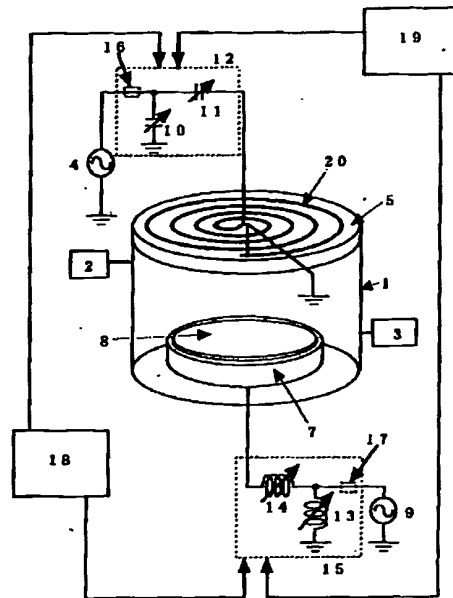
【図2】



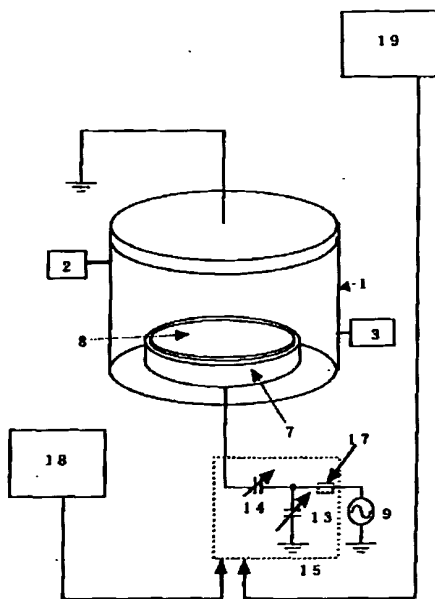
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>  
H01L 21/205  
21/3065  
21/31

識別記号

FI  
H01L 21/205  
21/31  
H01Q 9/27

C

(10)

特開平11-144894

•  
•  
•  
•  
// H01Q 9/27

H01L 21/302

B

11, 12

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-144894

(43)Date of publication of application : 28.05.1999

(51)Int.Cl.

H05H 1/46  
 G23C 14/54  
 G23C 16/50  
 G23F 4/00  
 H01L 21/205  
 H01L 21/3065  
 H01L 21/31  
 // H01Q 9/27

(21)Application number : 10-235276

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 21.08.1998

(72)Inventor : OKUMURA TOMOHIRO  
 SUMITA KENJI  
 MATSUDA IZURU

(30)Priority

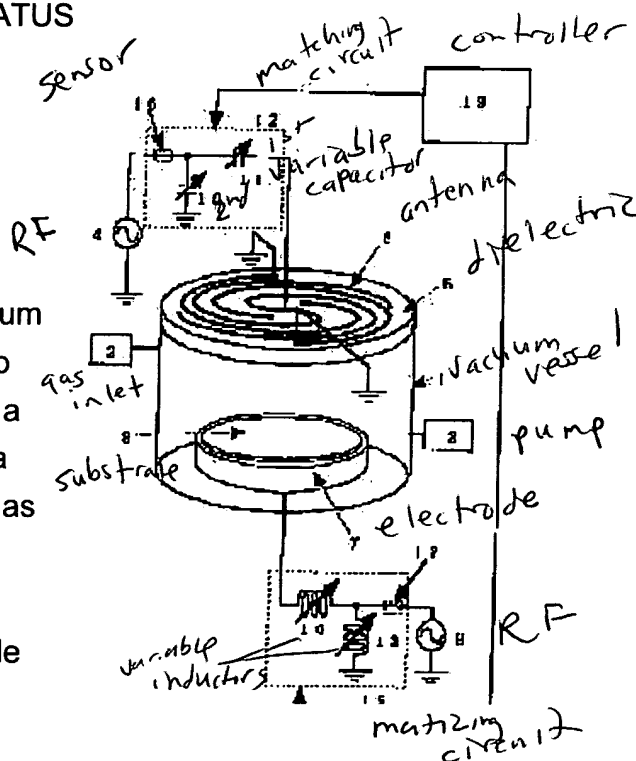
Priority number : 09234353 Priority date : 29.08.1997 Priority country : JP

## (54) PLASMA TREATMENT METHOD AND APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a plasma treatment method and apparatus capable of reliably providing matching state.

SOLUTION: While keeping a vacuum vessel 1 at a prescribed pressure, plasma is generated in the vacuum vessel 1 by supplying high frequency electric power to an antenna 6 mounted on a dielectric body 5 through a matching circuit 12 for an antenna to carry out plasma treatment of a substrate 8 set on an electrode 7 such as etching, deposition, surface improvement, etc. The matching circuit 12 is so constituted as to switch between the state that the impedance of a first variable



capacitor 10 is fixed and the state that the reflecting electric power of high frequency electric power is controlled to decrease by a feedback signal from a sensor 16 in the matching circuit 12 for an antenna at any time independent of the state that the impedance of a second variable capacitor 11 is fixed or the state that the feedback electric power of high frequency electric power is controlled to decrease by a feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for an antenna.

---

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

 CLAIMS
 

---

## [Claim(s)]

[Claim 1] Exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing Fix the impedance of the 1st adjustable element and the impedance of the 2nd adjustable element in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit The plasma treatment method characterized by starting supply of RF power and changing the impedance of the 1st adjustable element after that into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit.

[Claim 2] Exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing in the middle of processing It is the plasma treatment method of changing the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, or RF power. If a control parameter is changed, the impedance of the 1st adjustable element is fixed almost simultaneous. And the impedance of the 2nd adjustable element is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit. Then, the plasma treatment method characterized by changing the impedance of the 1st adjustable element into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit.

[Claim 3] The plasma treatment method according to claim 1 or 2 which the end of the 1st adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit, and the other end is grounded, and is characterized by carrying out the series connection of the 2nd adjustable element to the antenna, the coil, or the electrode.

[Claim 4] The plasma treatment method according to claim 1 or 2 which the series connection of the 1st adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode, and the end of the 2nd adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit, and is characterized by grounding the other end.

[Claim 5] A means to supply gas in a vacuum housing. A means to exhaust the inside of a vacuum housing. the [ the 1st adjustable element and ] -- the matching circuit equipped with 2 adjustable element An antenna, a coil, or an electrode. The RF generator which can supply RF power to an antenna, a coil, or an electrode. The state where are plasma treatment equipment equipped with the above, and the impedance of the 2nd adjustable element was fixed, The impedance of the 2nd adjustable element

irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit The state where the impedance of the 1st adjustable element was fixed, and the impedance of the 1st adjustable element It is characterized by being constituted so that the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit can be switched at the arbitrary times.

[Claim 6] Plasma treatment equipment according to claim 5 which the end of the 1st adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit, and the other end is grounded, and is characterized by carrying out the series connection of the 2nd adjustable element to the antenna, the coil, or the electrode.

[Claim 7] Plasma treatment equipment according to claim 5 which the series connection of the 1st adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode, and the end of the 2nd adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit, and is characterized by grounding the other end.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention relates to the plasma treatment methods, such as dry etching used for manufacture of electron devices, such as a semiconductor, sputtering, and plasma CVD, and equipment.

[0002]

[Description of the Prior Art] As an example of the plasma treatment equipment used for manufacture of electron devices, such as a semiconductor, the perspective diagram of spiral antenna formula plasma treatment equipment is shown in drawing 3. In drawing 3, introducing predetermined gas from the gas supply unit 2 in a vacuum housing 1. By supplying the spiral antenna 6 laid on the dielectric 5 in 100MHz RF power by RF generator 4 for antennas, exhausting with a pump 3 and maintaining the inside of a vacuum housing 1 at a predetermined pressure. Plasma occurs in a vacuum housing 1 and plasma treatment, such as etching, deposition, and a surface treatment, can be performed to the substrate 8 laid on the electrode 7. Moreover, RF generator 9 for electrodes for supplying 500kHz RF power is formed in the electrode 7, and the ion energy which reaches a substrate 8 can be controlled now. In order to take impedance matching, the matching circuit 12 for antennas which consists of two variable capacitors 10 and 11 is formed between RF generator 4 for antennas, and the spiral antenna 6, and the matching circuit 15 for electrodes which consists of two variable inductors 13 and 14, between RF generator 9 for electrodes and an electrode 7 is formed similarly. The end is connected to the input edge of the matching circuit 12 for antennas, the other end is grounded, and the series connection of the 2nd variable capacitor 11 is carried out for the 1st variable capacitor 10 in the matching circuit 12 for antennas to the antenna. Moreover, the end is connected to the input edge of the matching circuit 15 for electrodes, the other end is grounded, and the series connection of the 2nd variable inductor 14 is carried out for the 1st variable inductor 13 in the matching circuit 15 for electrodes to the electrode.

[0003] The matching circuit 12 for antennas and the matching circuit 15 for electrodes perform same operation, although circuitry differs. That is, if a RF is impressed to the spiral antenna 6 or an electrode 7, it will be controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from sensors 16 or 17. It is also possible to change into the state where the impedance of an adjustable element (a capacitor or inductor) was fixed, and a switch with the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensors 16 or 17 in a matching circuit can perform the impedance of an adjustable element with the control signal from the control system 19 of the switch which prepared in the matching circuit controller 18, and plasma treatment equipment.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, there was a trouble that an adjustment state may be unable to be acquired certainly, by the conventional method shown in drawing 3. This is explained in detail below.

[0005] In order to simplify explanation, suppose that only antenna system is considered. In the state

from which the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, and RF power were stabilized by plasma at the time of Cl<sub>2</sub>, 100sccm, 1.5Pa, and 1000W, respectively, and the reflected wave power of a RF turned into about 1% or less of progressive wave power, i.e., an adjustment state, the value of the 1st variable capacitor 10 was [ the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 ] 30pF. However, plasma is not generated, even if it impresses RF power, after the value of the 1st variable capacitor 10 has fixed the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 to 30pF. This is because the impedances of the spiral antenna 6 usually differ in the state of the state where plasma does not exist, and adjustment. After setting the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 to 30pF for the value of the 1st variable capacitor 10, If RF power is impressed after switching the impedance of two variable capacitors to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 decreases and the value of the 2nd variable capacitor 11 increases. When the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 is set to 50pF by the value of the 1st variable capacitor 10, plasma occurs, the value of the 1st variable capacitor 10 increases after that, and the value of the 2nd variable capacitor 11 decreases. And change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 is no longer seen in the place where the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 30pF, and an adjustment state can be acquired.

[0006] However, immediately after not restricting that an adjustment state can be well acquired through such [ always ] change, but impressing RF power, from from, both the values of two variable capacitors 10 and 11 increase, and plasma may not occur at all. It is thought that this originates in the impedance of the spiral antenna 6 changing gradually that it is difficult to set the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 with a sufficient precision as 50pF for the value of the 1st variable capacitor 10 before impressing RF power, and by repeating etching processing and performing it etc. Although the adjustment state was able to be well acquired 96 times when ON-OFF of RF power was repeated 100 times and performed, plasma did not occur at all 4 times.

[0007] Moreover, if the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, or RF power is changed in the middle of processing even if it is, after once generating plasma and acquiring an adjustment state, it may deviate from an adjustment state and plasma may disappear. If a control parameter is changed, since the impedance of the spiral antenna 6 will change rapidly, this is because it becomes impossible for operation of the matching circuit 12 for antennas to follow this change.

[0008] A phenomenon which was described above may be seen also in the ICP processor made to generate plasma and the parallel monotonous type plasma treatment equipment which impresses RF power only to the electrode 7 as shown in drawing 5 by impressing RF power to the coil 25 as seen also by the electrode system and shown in drawing 4 . However, with the plasma treatment equipment shown in drawing 5 , the matching circuit 15 for electrodes illustrated what consists of two variable capacitors 13 and 14.

[0009] this invention aims at offering the plasma treatment method and equipment which can acquire an adjustment state certainly in view of the above-mentioned conventional trouble.

[0010]

[Means for Solving the Problem] The plasma treatment method of the 1st invention of this application, exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing Fix the impedance of the 1st adjustable element and the impedance of the 2nd adjustable element in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit Supply of RF power is started and it is characterized by changing the impedance of the 1st adjustable element after that into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit.

[0011] The plasma treatment method of the 2nd invention of this application, exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing in the middle of processing It is the plasma treatment method of changing the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, or RF power. If a control parameter is changed, the impedance of the 1st adjustable element is fixed almost simultaneous. And the impedance of the 2nd adjustable element is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit. Then, it is characterized by changing the impedance of the 1st adjustable element into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit.

[0012] The plasma treatment method of the 1st and 2nd invention of this application The end of the 1st adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit, and the other end is grounded. It is the plasma treatment method effective when the series connection of the 2nd adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode. Moreover, when the series connection of the 1st adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode, the end of the 2nd adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit and the other end is grounded, it is the effective plasma treatment method.

[0013] A means by which the plasma treatment equipment of the 3rd invention of this application supplies gas in a vacuum housing, the [ a means to exhaust the inside of a vacuum housing, and / the 1st adjustable element and ] -- with the matching circuit equipped with 2 adjustable element The state where are plasma treatment equipment which equipped the antenna, the coil or the electrode, and an antenna, a coil or an electrode with the RF generator which can supply RF power, and the impedance of the 2nd adjustable element was fixed, The impedance of the 2nd adjustable element irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit The state where the impedance of the 1st adjustable element was fixed, and the impedance of the 1st adjustable element It is characterized by being constituted so that the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit can be switched at the arbitrary times.

[0014] As for the plasma treatment equipment of the 3rd invention of this application, the end of the 1st adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit. It is plasma treatment equipment effective when the other end is grounded and the series connection of the 2nd adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode. Moreover, when the series connection of the 1st adjustable element is carried out to the antenna, the coil, or the electrode, the end of the 2nd adjustable element is connected to the input edge of a matching circuit and the other end is grounded, it is effective plasma treatment equipment.

[0015]

[Embodiments of the Invention] Hereafter, the 1st operation gestalt of this invention is explained with reference to drawing 1 and drawing 2 .

[0016] The perspective diagram of the plasma treatment equipment used for drawing 1 in the 1st operation gestalt of this invention is shown. The plasma treatment equipment used in the 1st operation gestalt of this invention is the almost same composition as the plasma treatment equipment of the conventional example explained by drawing 3 , and since it only differs in that can control independently the state of the 1st variable capacitor 10 and the 2nd variable capacitor 11, and the state of the 1st variable inductor 13 and the 2nd variable inductor 14 can be controlled independently, explanation is omitted here. In addition, "the state of the 1st variable capacitor 10 and the 2nd variable capacitor 11 being independently controllable" "the state where the impedance of the 2nd variable capacitor 11 was fixed, and the impedance of the 2nd variable capacitor 11 Irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the

feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The state where the impedance of the 1st variable capacitor 10 was fixed, and the impedance of the 1st variable capacitor 10 The state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The state where could switch at the arbitrary times and the impedance of the 1st variable capacitor 10 was fixed, The impedance of the 1st variable capacitor 10 irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The state where the impedance of the 2nd variable capacitor 11 was fixed, and the impedance of the 2nd variable capacitor 11 What the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas can be switched for at the arbitrary times" is meant. Similarly moreover, "the state of the 1st variable inductor 13 and the 2nd variable inductor 14 is independently controllable" "the state where the impedance of the 2nd variable inductor 14 was fixed, and the impedance of the 2nd variable inductor 14 Irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 17 in the matching circuit 15 for electrodes The state where the impedance of the 1st variable inductor 13 was fixed, and the impedance of the 1st variable inductor 13 The state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 17 in the matching circuit 15 for electrodes The state where could switch at the arbitrary times and the impedance of the 1st variable inductor 13 was fixed, The impedance of the 1st variable inductor 13 irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 17 in the matching circuit 15 for electrodes The state where the impedance of the 2nd variable inductor 14 was fixed, and the impedance of the 2nd variable inductor 14 What the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 17 in the matching circuit 15 for electrodes can be switched for at the arbitrary times" is meant. In addition, the control signal from the control system 19 of plasma treatment equipment can perform these switches now.

[0017] The detail drawing of the matching circuit 12 for antennas used for drawing 2 in the 1st operation form of this invention is shown. The signal from a sensor 16 is processed in an arithmetic circuit 20, and a feedback signal is added to motors 21 and 22. When a motor 21 rotates, the value of the 1st variable capacitor 10 can be changed and a motor 22 rotates similarly, the value of the 2nd variable capacitor 11 can be changed. With the control signal from the control system 19 of plasma treatment equipment, relays 23 and 24 carry out ON/OFF. Although a motor 21 rotates and the value of the 1st variable capacitor 10 changes with the feedback signals from a sensor 16 to the reflective power of RF power being decreased when relay 23 is ON, since a power supply is not supplied to a motor 21 when relay 23 is OFF, a motor 21 does not rotate but the value of the 1st variable capacitor 10 is fixed. Although similarly a motor 22 rotates and the value of the 2nd variable capacitor 11 changes with the feedback signals from a sensor 16 to the reflective power of RF power being decreased when relay 24 is ON, since a power supply is not supplied to a motor 22 when relay 24 is OFF, a motor 22 does not rotate but the value of the 2nd variable capacitor 11 is fixed. From the control system 19 of plasma treatment equipment, since ON/OFF of relays 23 and 24 is independently controllable, the state of the 1st variable capacitor 10 and the 2nd variable capacitor 11 is independently controllable.

[0018] The matching circuit 15 for electrodes also serves as circuitry using the relay, and can control now independently the state of the 1st variable inductor 13 and the 2nd variable inductor 14. [ as well as the matching circuit 12 for antennas ]

[0019] The diameter silicon substrate 8 of 8 inch with the polycrystal silicon film of 300nm \*\* is laid on an electrode 7. The type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, and a pressure, respectively Cl<sub>2</sub>, 100sccm, After setting it as 1.5Pa and setting the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 to 50pF for the value of the 1st variable capacitor 10, the value of the 2nd variable capacitor 11 has been fixed to 50pF. After switching the impedance of the 1st variable capacitor 10 to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas While the reflected wave power which is about 20W

occurred after the value of the 1st variable capacitor 10 fluctuated slightly when the RF power of 1000W was impressed to the spiral antenna 6 and the RF power of 15W was impressed to the electrode, plasma occurred. After [ of impression of a RF ] 2 seconds, the impedance of the 2nd variable capacitor 11 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 increases and the value of the 2nd variable capacitor 11 decreases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 30pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W. Moreover, the polycrystal silicon film \*\*\*\*\*ed and the etch rate of 300 nm/min was obtained.

[0020] When ON-OFF of RF power was repeated 500 times and performed on the same conditions, the adjustment state was able to be acquired well 500 times.

[0021] Moreover, the diameter silicon substrate 8 of 8 inch with the polycrystal silicon film of 300nm \*\* is similarly laid on an electrode 7. The type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, and a pressure are set as Cl<sub>2</sub>, 100sccm and 1.5Pa, respectively. After setting the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 to 50pF for the value of the 1st variable capacitor 10, the value of the 1st variable capacitor 10 has been fixed to 30pF. After switching the impedance of the 2nd variable capacitor 11 to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas While the reflected wave power which is about 30W occurred after the value of the 2nd variable capacitor 11 fluctuated slightly when the RF power of 1000W was impressed to the spiral antenna 6 and the RF power of 15W was impressed to the electrode, plasma occurred. After [ of impression of a RF ] 2 seconds, the impedance of the 1st variable capacitor 10 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 increases and the value of the 2nd variable capacitor 11 decreases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 30pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W. Moreover, the polycrystal silicon film \*\*\*\*\*ed and the etch rate of 300 nm/min was obtained.

[0022] When ON-OFF of RF power was repeated 500 times and performed on the same conditions, the adjustment state was able to be acquired well 500 times.

[0023] Although only antenna system was explained with the 1st operation form of this invention described above in order to simplify explanation, also in an electrode system, an adjustment state can be certainly acquired by the same operation as antenna system using the property that the state of the 1st variable inductor 13 and the 2nd variable inductor 14 is independently controllable. Especially in an electrode system, when the RF power supplied to an electrode is as large as more than 50W, a remarkable effect is acquired.

[0024] Next, the 2nd operation form of this invention is explained with reference to drawing 1 and drawing 2 . Since it is the composition the plasma treatment equipment used in the 2nd operation form of this invention is the same as the plasma treatment equipment used in the 1st operation form of this invention, and almost same as the plasma treatment equipment of the conventional example explained by drawing 3 , explanation is omitted here.

[0025] The diameter silicon substrate 8 of 8 inch to which the tungsten silicide film of 200nm \*\* was attached on the polycrystal silicon film of 200nm \*\* is laid on an electrode 7. A type of gas and its flow rate, and a pressure are set as Cl<sub>2</sub>, 150sccm and 1.5Pa. After setting the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 to 50pF for the value of the 1st variable capacitor 10, the value of the 2nd variable capacitor 11 has been fixed to 50pF. After switching the impedance of the 1st variable capacitor 10 to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas While the reflected wave power which is about 20W occurred after the value of the 1st variable capacitor 10 fluctuated slightly when the RF

power of 1000W was impressed to the spiral antenna 6 and the RF power of 15W was impressed to the electrode, plasma occurred. After [ of impression of a RF ] 2 seconds, the impedance of the 2nd variable capacitor 11 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 increases and the value of the 2nd variable capacitor 11 decreases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 30pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W.

Although etching of a tungsten silicide film was completed after about 40 seconds after starting impression of RF power, with plasma maintained, a type of gas and its flow rate were changed to HBr and 200sccm, and the polycrystal silicon film was etched succeedingly. Almost simultaneously with changing the type of gas and quantity of gas flow which are a control parameter The impedance of the 1st variable capacitor 10 is fixed (=40pF). And if the impedance of the 2nd variable capacitor 11 is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas Although the reflected wave power of about 15 W had occurred at the moment of changing a control parameter, reflected wave power declined to about 10W in the place which the impedance of the 2nd variable capacitor 11 increased to 35pF. 2 seconds after changing a control parameter, and the impedance of the 1st variable capacitor 10 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 decreases and the value of the 2nd variable capacitor 11 increases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 40pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W.

[0026] When etching processing was repeated 50 times and performed on the same conditions, the adjustment state was able to be acquired well 50 times.

[0027] Moreover, the diameter silicon substrate 8 of 8 inch to which the tungsten silicide film of 200nm \*\* was attached on the polycrystal silicon film of 200nm \*\* is similarly laid on an electrode 7. A type of gas and its flow rate, and a pressure are set as Cl<sub>2</sub>, 150sccm and 1.5Pa. After setting the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 to 50pF for the value of the 1st variable capacitor 10, the value of the 1st variable capacitor 10 has been fixed to 30pF. After switching the impedance of the 2nd variable capacitor 11 to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas While the reflected wave power which is about 30W occurred after the value of the 2nd variable capacitor 11 fluctuated slightly when the RF power of 1000W was impressed to the spiral antenna 6 and the RF power of 15W was impressed to the electrode, plasma occurred. After [ of impression of a RF ] 2 seconds, the impedance of the 1st variable capacitor 10 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 increases and the value of the 2nd variable capacitor 11 decreases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 40pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 30pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W. Although etching of a tungsten silicide film was completed after about 40 seconds after starting impression of RF power, with plasma maintained, a type of gas and its flow rate were changed to HBr and 200sccm, and the polycrystal silicon film was etched succeedingly. Almost simultaneously with changing the type of gas and quantity of gas flow which are a control parameter The impedance of the 2nd variable capacitor 11 is fixed (=30pF). And if the impedance of the 1st variable capacitor 10 is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas Although the reflected wave power of about 15 W had occurred at the moment of changing a control parameter, reflected wave power declined to about 10W in the place where the impedance of the 1st variable capacitor 10

decreased to 35pF. 2 seconds after changing a control parameter, and the impedance of the 2nd variable capacitor 11 If it switches to the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor 16 in the matching circuit 12 for antennas The value of the 1st variable capacitor 10 decreases and the value of the 2nd variable capacitor 11 increases. Change of the impedance of two variable capacitors 10 and 11 was no longer seen in the place where the value of 30pF and the 2nd variable capacitor 11 became [ the value of the 1st variable capacitor 10 ] 40pF, and the adjustment state was able to be acquired. At this time, reflected wave power was about 1W.

[0028] When etching processing was repeated 50 times and performed on the same conditions, the adjustment state was able to be acquired well 50 times.

[0029] Although only antenna system was explained with the 2nd operation gestalt of this invention described above in order to simplify explanation, also in an electrode system, an adjustment state can be certainly acquired by the same operation as antenna system using the property that the state of the 1st variable inductor 13 and the 2nd variable inductor 14 is independently controllable. Especially in an electrode system, when the RF power supplied to an electrode is as large as more than 50W, a remarkable effect is acquired.

[0030] Moreover, although the 2nd operation gestalt of this invention described above explained the type of gas which is a control parameter, and the plasma treatment method of changing a quantity of gas flow, in the middle of processing, this invention is applicable about the plasma treatment method of changing the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, or RF power.

[0031] the [ of this invention described above / the 1st and ] -- although 2 operation gestalten explained the case where RF power was supplied to an antenna or an electrode, in spiral antenna formula plasma treatment equipment, this invention is applicable to the plasma treatment equipment of all other gestalten For example, also in the ICP processor made to generate plasma and the parallel monotonous type plasma treatment equipment which is shown in drawing 5 and which impresses RF power only to an electrode 7, an adjustment state can be certainly acquired by same operation by impressing RF power to the coil 25 shown in drawing 4 which was explained in the conventional example.

[0032] the [ moreover, / of this invention described above / the 1st and ] -- although 2 operation gestalten explained the case where the 1st adjustable element and the 2nd adjustable element consisted of elements (a capacitor or inductor) of the same kind in each matching circuit, the 1st adjustable element and the 2nd adjustable element may be elements of another kind In addition, it is dependent on the impedance of the antenna which is a load, a coil, or an electrode which shall be adopted between a capacitor or an inductor as an adjustable element.

[0033] the [ moreover, / of this invention described above / the 1st and ] -- with 2 operation gestalten, although etching of a polycrystal silicon film and etching of a tungsten silicide film were explained, it is needless to say and this invention can be applied also in plasma treatment, such as other etching, sputtering, and CVD

[0034]

[Effect of the Invention] According to the plasma treatment method of the 1st invention of this application, so that clearly from the above explanation Exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing Fix the impedance of the 1st adjustable element and the impedance of the 2nd adjustable element in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit Supply of RF power is started, and since the impedance of the 1st adjustable element is changed after that into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit, an adjustment state can be acquired certainly.

[0035] Moreover, exhausting the inside of a vacuum housing and controlling the inside of a vacuum housing to a predetermined pressure supplying gas in a vacuum housing according to the plasma



treatment method of the 2nd invention of this application the [ the 1st adjustable element and ] -- by supplying RF power to an antenna, a coil, or an electrode through the matching circuit equipped with 2 adjustable element In the plasma treatment method of processing the substrate which was made generating plasma and was laid in the vacuum housing by the electrode in a vacuum housing in the middle of processing It is the plasma treatment method of changing the type of gas which is a control parameter, a quantity of gas flow, a pressure, or RF power. If a control parameter is changed, the impedance of the 1st adjustable element is fixed almost simultaneous. And the impedance of the 2nd adjustable element is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit. Then, since the impedance of the 1st adjustable element is changed into the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit, an adjustment state can be acquired certainly.

[0036] Moreover, a means to supply gas in a vacuum housing according to the plasma treatment equipment of the 3rd invention of this application, the [ a means to exhaust the inside of a vacuum housing, and / the 1st adjustable element and ] -- with the matching circuit equipped with 2 adjustable element The state where are plasma treatment equipment which equipped the antenna, the coil or the electrode, and an antenna, a coil or an electrode with the RF generator which can supply RF power, and the impedance of the 2nd adjustable element was fixed, The impedance of the 2nd adjustable element irrespective of whether it is in which state in the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit The state where the impedance of the 1st adjustable element was fixed, and the impedance of the 1st adjustable element Since it is constituted so that the state where it was controlled to decrease the reflective power of RF power with the feedback signal from the sensor in a matching circuit can be switched at the arbitrary times, an adjustment state can be acquired certainly.

---

[Translation done.]



## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

## [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] the [ of this invention / the 1st and ] -- the perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used with 2 operation gestalten

[Drawing 2] the [ of this invention / the 1st and ] -- the detail drawing showing the composition of the matching circuit for antennas used with 2 operation gestalten

[Drawing 3] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

[Drawing 4] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

[Drawing 5] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

## [Description of Notations]

- 1 ... Vacuum housing
- 2 ... Gas supply unit
- 3 ... Pump
- 4 ... RF generator for antennas
- 5 ... Dielectric
- 6 ... Spiral antenna
- 7 ... Electrode
- 8 ... Substrate
- 9 ... RF generator for electrodes
- 10 ... The 1st variable capacitor
- 11 ... The 2nd variable capacitor
- 12 ... Matching circuit for antennas
- 13 ... The 1st variable inductor
- 14 ... The 2nd variable inductor
- 15 ... Matching circuit for electrodes
- 16 ... Sensor
- 17 ... Sensor
- 19 ... Control system of plasma treatment equipment

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] the [ of this invention / the 1st and ] -- the perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used with 2 operation gestalten

[Drawing 2] the [ of this invention / the 1st and ] -- the detail drawing showing the composition of the matching circuit for antennas used with 2 operation gestalten

[Drawing 3] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

[Drawing 4] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

[Drawing 5] The perspective diagram showing the composition of the plasma treatment equipment used in the conventional example

[Description of Notations]

- 1 ... Vacuum housing
- 2 ... Gas supply unit
- 3 ... Pump
- 4 ... RF generator for antennas
- 5 ... Dielectric
- 6 ... Spiral antenna
- 7 ... Electrode
- 8 ... Substrate
- 9 ... RF generator for electrodes
- 10 ... The 1st variable capacitor
- 11 ... The 2nd variable capacitor
- 12 ... Matching circuit for antennas
- 13 ... The 1st variable inductor
- 14 ... The 2nd variable inductor
- 15 ... Matching circuit for electrodes
- 16 ... Sensor
- 17 ... Sensor
- 19 ... Control system of plasma treatment equipment

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

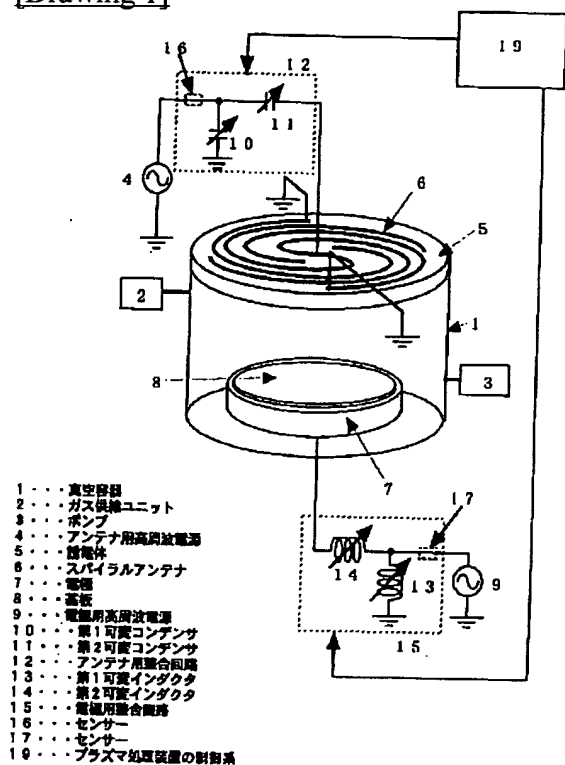
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

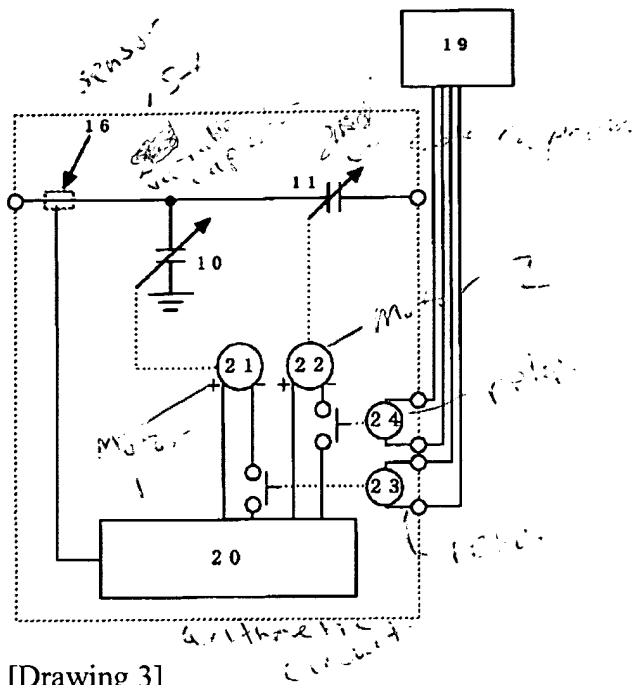
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

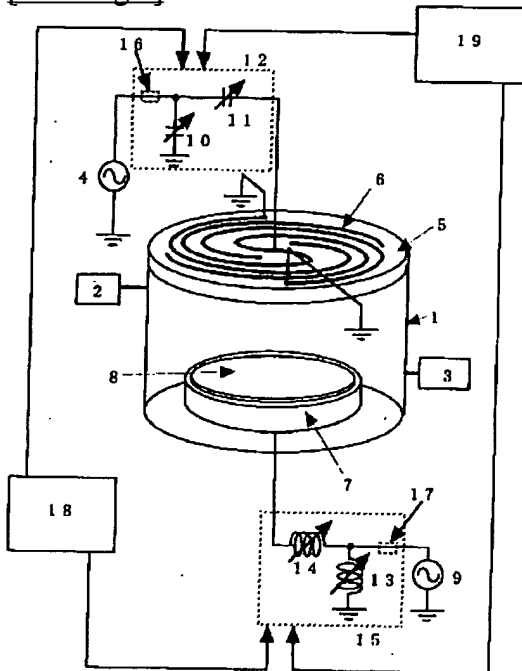
[Drawing 1]



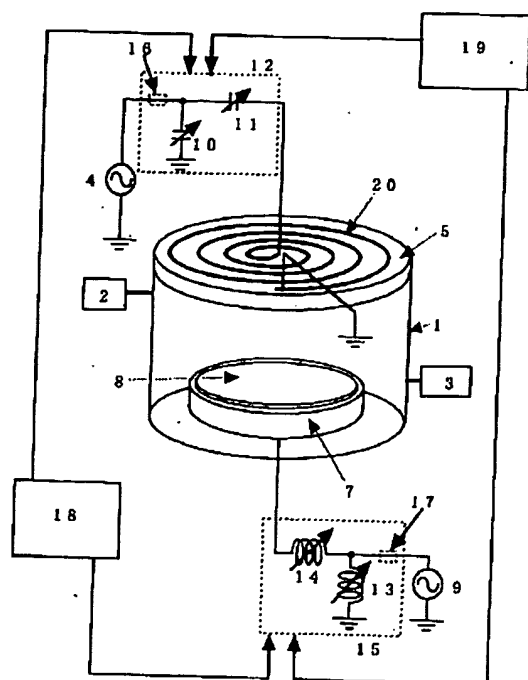
[Drawing 2]



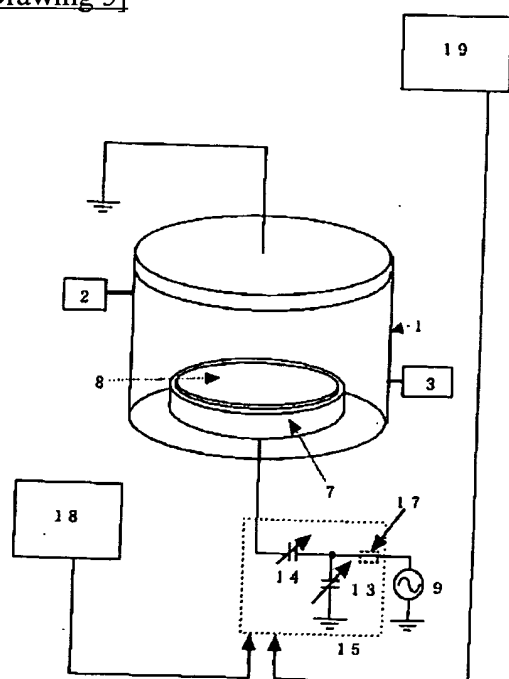
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]